

(19)日本特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-100819

(P2001-100819A)

(43)公開日 平成13年4月13日 (2001.4.13)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	アークコード (参考)
G 0 5 B 19/18		G 0 5 D 3/00	Q 5 H 2 6 9
G 0 5 D 3/00		G 0 5 B 19/18	C 5 H 3 0 3

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平11-274983

(22)出願日 平成11年9月28日 (1999.9.28)

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 清上 恒史

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74)代理人 100089118

弁理士 酒井 宏明

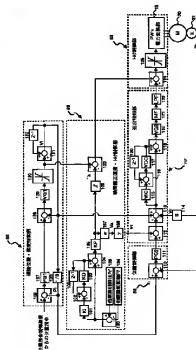
最終頁に続く

## (54)【発明の名称】 位置駆動制御システムおよび同期・同調位置駆動制御方法

## (57)【要約】

【課題】 複数軸による同期制御および同調制御時の各駆動軸への負荷変動により速度変動が生じた場合でも、速度変動が生じた駆動軸の状態を把握して正確な・同期・同調制御を維持すること。

【解決手段】 一つの位置指令制御装置と、各サーボモータ毎に設けられた複数個の位置駆動制御部を有し、位置指令制御装置より位置指令を与えられる位置駆動制御装置と、を具備した位置駆動制御システムにおいて、各軸の制御状態データを格納する共有メモリを有し、位置駆動制御部は、多軸の同期・同調制御時には、他軸の制御状態データを共有メモリより取得して他軸の負荷変動に応じた軸間修正指令値を算出する軸間修正速度・トルク制御部 90 を有し、この軸間修正速度・トルク制御部 90 により算出された軸間修正指令値により自軸の指令値を修正する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一つの位置指令制御装置と、各サーボモータ毎に設けられた複数の位置駆動制御部を有し、前記位置指令制御装置より位置指令を与えられる位置駆動制御装置と、を具備した位置駆動制御システムにおいて、  
各軸の制御状態データを格納する共有メモリを有し、前記位置駆動制御部は、多軸の同期・同調制御時には、他軸の制御状態データを前記共有メモリより取得して他軸の負荷変動に応じた軸間修正指令値を算出する軸間修正制御部を有し、前記軸間修正制御部により算出された軸間修正指令値により自軸の指令値を修正することと特徴とする位置駆動制御システム。

【請求項2】 一つの位置指令制御装置と、各サーボモータ毎に設けられた複数の位置駆動制御部を有し、前記位置指令制御装置より位置指令を与えられる位置駆動制御装置と、を具備した位置駆動制御システムにおいて、

各軸の制御状態データを格納する共有メモリを有し、前記位置駆動制御部は、前記位置指令制御装置からの指令位置に基づき理論位置フィードバック値と理論速度フィードバック値を生成する理論位置・速度制御手段と、前記理論位置・速度制御手段からの理論位置フィードバック値とサーボモータに接続されている位置検出器が出力する実位置フィードバック値とから速度指令を生成する位置制御手段と、他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値を前記共有メモリより取得して他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値との差に応じて軸間修正速度指令値を生成する軸間修正速度制御部と、前記位置制御手段からの速度指令を前記軸間修正速度制御部からの軸間修正速度指令値により修正し、修正された速度指令に基づいてトルク指令を生成する速度制御手段と、

他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値を前記共有メモリより取得して他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値との差と前記理論位置・速度制御手段からの理論速度フィードバック値に応じて軸間修正トルク指令を生成する軸間修正トルク制御部と、前記速度制御手段からのトルク指令を前記軸間修正トルク制御部からの軸間修正トルク指令値により修正し、修正されたトルク指令に基づいてサーボモータを駆動するトルク制御部と、を有することを特徴とする位置駆動制御システム。

【請求項3】 前記軸間修正速度制御部および前記軸間修正トルク制御部は、他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値の差分をP I D補償するP I D補償器を具備し、P I D補償の下に、軸間修正速度、

指令値軸間修正トルク指令値を生成することと特徴とする請求項2に記載の位置駆動制御システム。

【請求項4】 前記軸間修正速度制御部は、円弧補間制御・直線補間制御時には、自軸の理論位置フィードバック値と他軸の理論位置フィードバック値との比率を加味して軸間修正速度指令値を生成することと特徴とする請求項2または3に記載の位置駆動制御システム。

【請求項5】 一つの位置指令制御装置と、各サーボモータ毎に設けられた複数の位置駆動制御部を有し、前記位置指令制御装置より位置指令を与えられる位置駆動制御装置と、を具備した位置駆動制御システムにおける同期・同調位置駆動制御方法において、  
各軸の制御状態データを格納する共有メモリを設け、前記位置駆動制御部において、他軸の制御状態データを前記共有メモリより取得して他軸の負荷変動に応じた軸間修正指令値を算出し、当該軸間修正指令値により自軸の指令値を修正して同期・同調位置駆動制御を行うことを特徴とする同期・同調位置駆動制御方法。

【請求項6】 一つの位置指令制御装置と、各サーボモータ毎に設けられた複数の位置駆動制御部を有し、前記位置指令制御装置より位置指令を与えられる位置駆動制御装置と、を具備した位置駆動制御システムにおける同期・同調位置駆動制御方法において、  
各軸の制御状態データを格納する共有メモリを設け、前記位置駆動制御部において、前記位置指令制御装置からの指令位置に基づき理論位置フィードバック値と理論速度フィードバック値を生成し、当該理論位置フィードバック値とサーボモータに接続されている位置検出器が出力する実位置フィードバック値とから速度指令を生成し、他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値を前記共有メモリより取得して他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値との差に応じて軸間修正速度指令値を生成し、前記位置制御手段からの速度指令を前記軸間修正速度指令値により修正し、修正された速度指令に基づいてトルク指令を生成し、他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値を前記共有メモリより取得して他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値との差と前記理論速度フィードバック値に応じて軸間修正トルク指令を生成し、前記トルク指令を前記軸間修正トルク指令値により修正し、修正されたトルク指令に基づいてサーボモータを駆動することと特徴とする同期・同調位置駆動制御方法。

【請求項7】 他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値の差分をP I D補償し、P I D補償の下に、前記軸間修正速度および前記指令値軸間修正トルク指令値を生成することと特徴とする請求項6に記載の同期・同調位置駆動制御方法。

【請求項8】 円弧補間制御・直線補間制御時には、自軸の理論位置フィードバック値と他軸の理論位置フィー

ドバック値との比率を加味して前記軸間修正速度指令値を生成することを特徴とする請求項6または7に記載の同期・同調位置駆動制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、リニア式サーボモータおよび回転式サーボモータによって機械の位置を同調および同期制御する位置駆動制御システムおよび同期・同調位置制御方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図4は、従来における位置駆動制御システムのハードウェア構成を示している。位置駆動制御システムは、位置指令制御装置1と、位置駆動制御装置10と、サーボモータ20と、サーボモータ20のそれぞれに接続され、各モータの現在位置を検出する位置検出器21とにより構成されている。

【0003】位置指令制御装置1は、位置指令制御用のCPU2と、位置指令制御用のシステムプログラムメモリ3と、ユーザプログラムメモリ4と、パラメタメモリ5とにより構成されている。位置駆動制御装置10は、各サーボモータ20、換言すれば各軸（1軸～n軸）毎に位置駆動制御部30<sub>1</sub>～30<sub>n</sub>を有し、各軸の位置駆動制御部30<sub>1</sub>～30<sub>n</sub>は、位置駆動制御用のCPU11と、位置駆動制御用のシステムプログラムメモリ12と、出力ポート13と、入力ポート14と、PWM電力変換部15と、2ポートメモリ16とにより構成されている。

【0004】位置指令制御装置1は、ユーザプログラムメモリ4に格納されているユーザプログラムに基づき、CPU2がシステムプログラムメモリ3に格納されている位置指令制御システムプログラムを実行することにより、位置指令を生成し、位置駆動制御部30の2ポートメモリ16に書き込む。

【0005】位置駆動制御装置10は、位置駆動制御部30の2ポートメモリ16に書き込まれた位置指令に対し、位置駆動制御用のCPU11が位置駆動制御用のシステムプログラムメモリ12に格納されているシステムプログラムを実行することにより、出力ポート13を介してPWM電力変換部15によりサーボモータ20を駆動し、位置検出器21の情報を入力ポート14を介して入手する。

【0006】つぎに、図5に示されている制御ブロック図を用いて従来における位置駆動制御装置について説明する。位置駆動制御装置は、理論位置制御・理論速度制御を行うものであり、このような位置駆動制御装置の動作については、電気学会D部門誌（産業応用部門）平成6年2月号に記載の「規範モデルを用いた電動機の2自由度位置制御」において説明されている。理論位置制御・理論速度制御を行う位置駆動制御装置の各軸の位置駆動制御部は、理論位置・速度制御部50と、位置制御部

60と、速度制御部70と、トルク制御部80とにより構成される。

【0007】理論位置・速度制御部50は、位置指令制御装置1より与えられる位置指令から理論位置フィードバック値P<sub>i</sub>を減算して理論位置偏差を算出する理論位置偏差演算器126と、理論位置偏差演算器126によって算出された理論位置偏差に理論位置ゲインPG<sub>1</sub>を乗じて理論速度指令を算出・生成する理論位置制御器127と、理論位置制御器127によって出力された理論速度指令から理論速度フィードバック値V<sub>i</sub>を減算して理論速度偏差を算出する理論速度偏差演算器128とを有している。

【0008】理論位置・速度制御部50は、さらに、理論速度偏差演算器128によって算出された理論速度偏差に理論速度ゲインVG<sub>1</sub>を乗じて理論トルク指令を算出・生成する理論速度制御器129と、理論速度制御器129によって出力された理論トルク指令が所定値以内になるように制限する理論トルク指令制限器130と、理論トルク指令制限器130により出力された理論トルク指令から理論速度フィードバック値V<sub>i</sub>を算出するための理論速度制御用前回値一時バックアップメモリ132および理論速度制御用加算器131と、理論速度フィードバック値V<sub>i</sub>から理論位置フィードバック値P<sub>i</sub>を算出する理論位置制御用積分器133とから構成される。

【0009】位置制御部60は、理論位置・速度制御部50からの理論位置フィードバック値P<sub>i</sub>から位置検出器21が出力する実位置フィードバック値P<sub>r</sub>を減算して実位置偏差を算出する実位置偏差演算器110と、実位置偏差演算器110によって算出された理論位置偏差に実位置ゲインPG<sub>2</sub>を乗じて実速度指令を算出・生成する実位置制御器111とから構成される。

【0010】速度制御部70は、位置制御部60からの実速度指令と理論位置・速度制御部50からの理論速度フィードバック値V<sub>i</sub>とを加算し、位置検出器21が出力する実位置フィードバック値P<sub>r</sub>を微分する114によって微分することにより得られる実速度フィードバック値V<sub>r</sub>を減算して実速度偏差を算出する実速度偏差演算器113と、実速度積分ゲイン設定器115、実速度制御用加算器116、実速度微分ゲイン設定器117、実速度制御用積分器118、実速度制御器119、実速度制御用前回値一時バックアップメモリ120とによるPID補償器と、機械系共振抑制フィルタ121と、ローパスフィルタ122とから構成される。

【0011】トルク制御部80は、速度制御部70からの実トルク指令と理論位置・速度制御部50からの理論トルク指令を加算するトルク指令加算器124と、トルク指令加算器124からの最終トルク指令が所定値以内になるように制限するトルク指令制限器125と、PWM電力変換部15とから構成されている。

【0012】上述の理論位置・速度制御部50、位置制

制御部60、速度制御部70、トルク制御部80は、ソフトウェア的に構成され、システムプログラムメモリ12（図4参照）に格納されている位置駆動制御システムプログラムを位置駆動制御用のCPU11が実行することにより具現されるが、これらはハードウェア的に構成されるようにしてもよい。

【0013】つぎに、各制御部の動作について説明する。位置指令制御装置1からの位置指令は、指定速度に基づき一定時間間隔で、漸進的に位置指令が変化する指令であり、理論位置・速度制御部50は、この位置指令と理論位置ゲインPG1と理論速度ゲインVG1に基づき理論的な応答性を持つよう、理論トルク指令と理論速度フィードバック値V1と理論位置フィードバック値Piを出力する。

【0014】位置制御部60は、理論位置フィードバック値Piに基づいて実位置フィードバック値Prと実位置偏差が常に零になるよう実速度指令を出力する。

【0015】速度制御部70は、理論速度フィードバック値V1と実速度指令とを加算した値に基づいて実速度フィードバック値Vrとの実速度偏差が常に零になるよう実トルク指令を出力する。

【0016】トルク制御部80は、理論トルク指令と実トルク指令とを加算した値からトルク指令制限器125の範囲内における最終トルク指令をPWM電力変換部15に渡し、これに基づいてPWM電力変換部15がサーボモータ20を駆動する。これにより、位置指令制御装置1からの位置指令に追従してサーボモータ20の位置駆動制御が行われる。

【0017】このとき、位置指令制御装置1からの位置指令への追従は、各位置駆動制御部自体のみの動作により実行される。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】従来のサーボ位置駆動制御システムにおいては、同期制御および同調制御時には、位置指令制御装置からの指令位置に基づき、各軸のサーボ位置駆動制御部が個々の独立した制御により指令位置に対し追従しているため、同期制御および同調制御している複数の駆動軸に対し負荷変動による外乱が個々別々に存在すると、外乱に応じた速度変動が発生し、正確な同調が取れなくなり、また、複数軸補間による軌跡制御の実施時には、正確な軌跡にならない等の問題点があった。

【0019】この発明は、このような問題点を解決するためになされたもので、複数軸による同期制御および同調制御時の各駆動軸への負荷変動により速度変動が生じた場合でも、速度変動が生じた駆動軸の状態を把握して正確な同調および補間軌跡を維持することができる位置駆動制御システムおよび同期・同調位置制御方法を得ることを目的としている。

【0020】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達するため、この発明による位置駆動制御システムは、一つの位置指令制御装置と、各サーボモータ毎に設けられた複数個の位置駆動制御部を有し、前記位置指令制御装置より位置指令を与えられる位置駆動制御装置と、を具備した位置駆動制御システムにおいて、各軸の制御状態データを格納する共有メモリを有し、前記位置駆動制御部は、多軸の同期・同調制御時には、他軸の制御状態データを前記共有メモリより取得して他軸の負荷変動に応じた軸間修正指令値を算出する軸間修正制御部を有し、前記軸間修正制御部により算出された軸間修正指令値により自軸の指令値を修正するものである。

【0021】つぎの発明による位置駆動制御システムは、一つの位置指令制御装置と、各サーボモータ毎に設けられた複数個の位置駆動制御部を有し、前記位置指令制御装置より位置指令を与えられる位置駆動制御装置と、を具備した位置駆動制御システムにおいて、各軸の制御状態データを格納する共有メモリを有し、前記位置駆動制御部は、前記位置指令制御装置からの指令位置に基づき理論位置フィードバック値と理論速度フィードバック値を生成する理論位置・速度制御手段と、前記理論位置・速度制御手段からの理論位置フィードバック値とサーボモータに接続されている位置検出器が出力する実位置フィードバック値とから速度指令を生成する位置制御手段と、他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値を前記共有メモリより取得して他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値との差に応じて軸間修正速度指令値を生成する軸間修正速度制御部と、前記位置制御手段からの速度指令を前記軸間修正速度制御部からの軸間修正速度指令値により修正し、修正された速度指令に基づいてトルク指令を生成する速度制御手段と、他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値を前記共有メモリより取得して他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値との差と前記理論位置・速度制御手段からの理論速度フィードバック値に応じて軸間修正トルク指令を生成する軸間修正トルク制御部と、前記速度制御手段からのトルク指令を前記軸間修正トルク制御部からの軸間修正トルク指令値により修正し、修正されたトルク指令に基づいてサーボモータを駆動するトルク制御部とを有するものである。

【0022】つぎの発明による位置駆動制御システムは、前記軸間修正速度制御部および前記軸間修正トルク制御部は、他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値の差分をPID補償するPID補償器を具備し、PID補償値の下に、軸間修正速度、指令値間修正トルク指令値を生成するものである。

【0023】つぎの発明による位置駆動制御システムは、前記軸間修正速度制御部は、円弧補間制御・直線補間制御時には、自軸の理論位置フィードバック値と他軸の

理論位置フィードバック値との比率を加味して制動修正速度指令値を生成するものである。

【0024】また、上述の目的を達するために、この発明による同期・同調位置駆動制御方法は、一つの位置指令制御装置と、各サーボモータ毎に設けられた複数個の位置駆動制御部を有し、前記位置指令制御装置より位置指令を与えられる位置駆動制御装置と、を具備した位置駆動制御システムにおける同期・同調位置駆動制御方法において、各軸の制御状態データを格納する共有メモリを設け、前記位置駆動制御部において、他軸の制御状態データを前記共有メモリより取得して他軸の負荷変動に応じた制動修正指令値を算出し、当該制動修正指令値により自軸の指令値を修正して同期・同調位置駆動制御を行うものである。

【0025】つぎの発明による同期・同調位置駆動制御方法は、一つの位置指令制御装置と、各サーボモータ毎に設けられた複数個の位置駆動制御部を有し、前記位置指令制御装置より位置指令を与えられる位置駆動制御装置と、を具備した位置駆動制御システムにおける同期・同調位置駆動制御方法において、各軸の制御状態データを格納する共有メモリを設け、前記位置駆動制御部において、前記位置指令制御装置からの指令位置に基づき理論位置フィードバック値と理論速度フィードバック値を生成し、当該理論位置フィードバック値とサーボモータに接続されている位置検出器が出力する実位置フィードバック値とから速度指令を生成し、他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値を前記共有メモリより取得して他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値との差に応じて制動修正速度指令値を生成し、前記位置指令制御手段からの速度指令を前記制動修正速度指令値により修正し、修正された速度指令に基づいてトルク指令を生成し、他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値を前記共有メモリより取得して他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値との差と前記理論速度フィードバック値に応じて制動修正トルク指令を生成し、前記トルク指令を前記制動修正トルク指令値により修正し、修正されたトルク指令に基づいてサーボモータを駆動するものである。

【0026】つぎの発明による同期・同調位置駆動制御方法は、他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値の差分をPID補償し、PID補償の下に、前記制動修正速度および前記指令値制動修正トルク指令値を生成するものである。

【0027】つぎの発明による同期・同調位置駆動制御方法は、円弧補間制御・直線補間制御時には、自軸の理論位置フィードバック値と他軸の理論位置フィードバック値との比率を加味して前記制動修正速度指令値を生成するものである。

【0028】

【発明の実施の形態】以下に添付の図を参照して、この発明にかかる位置駆動制御システムおよび同期・同調位置制御方法の実施の形態を詳細に説明する。なお、以下に説明するこの発明の実施の形態において、上述の従来例と同一あるいは同等の構成部分については、上述の従来例に付した符号と同一の符号を付してその説明を省略する。

【0029】図1は、この発明による位置駆動制御システムのハードウェア構成を示している。この位置駆動制御システムは、位置指令制御装置1と位置駆動制御装置10との間に共有メモリ40を有しており、共有メモリ40は図2に示されているようなメモリテーブルAを格納している。

【0030】共有メモリ40として、各軸の位置駆動制御部30<sub>1</sub>〜30<sub>3</sub>毎に2ポートメモリを用意しており、位置指令制御装置1から位置駆動制御部30<sub>1</sub>〜30<sub>3</sub>にデータを送信するときには、位置指令制御装置1が送り先の位置駆動制御部の2ポートメモリの受信エリアに送信データを書き込む。各軸の位置駆動制御部30<sub>1</sub>〜30<sub>3</sub>は、常時、この受信エリアの内容を監視しており、データが書き込まれていれば、これを読み取る。位置駆動制御部30<sub>1</sub>〜30<sub>3</sub>が位置指令制御装置1にデータを送信するときには、自2ポートメモリの送信エリアに送信データを書き込む。位置指令制御装置1は、各軸の位置駆動制御部30<sub>1</sub>〜30<sub>3</sub>の送信エリアを常時監視し、データが書き込まれていれば、これを読み取る。

【0031】また、位置駆動制御部30<sub>1</sub>〜30<sub>3</sub>が他の位置駆動制御部にデータを送信するときには、自2ポートメモリの送信エリアに送信データを書き込む。位置指令制御装置1は各軸の位置駆動制御部30<sub>1</sub>〜30<sub>3</sub>の送信エリアを常時監視し、データが書き込まれていれば、これを読み取る。読み取られた内容が他の位置駆動制御部に送るべきデータであれば、位置指令制御装置1は送り先の位置駆動制御部の2ポートメモリの受信エリアに送信データを書き込む。各軸の位置駆動制御部30<sub>1</sub>〜30<sub>3</sub>は、常時、この受信エリアの内容を監視しており、データが書き込まれていれば、これを読み取る。

【0032】以上のようにして、このシステムにおいて共有メモリとして要求される機能を代行することが可能であり、共有メモリ40として上述のような構成のものを用いてもよい。

【0033】共有メモリ40が保持するメモリテーブルAは、各軸の位置駆動制御部30<sub>1</sub>〜30<sub>3</sub>の現在の制御状態を示すデータを格納しており、理論位置フィードバック値(Pi)を格納するエリアと、実位置フィードバック値(Pr)を格納するエリアと、理論速度フィードバック値(Vi)を格納するエリアと、位置指令制御装置1からの位置指令が格納されるエリアが各軸の位置駆動制御部30<sub>1</sub>〜30<sub>3</sub>毎に割り付けられている。これにより、位置指令制御装置1は、位置指令を共有メモリ4

0を介して各軸の位置駆動制御部30<sub>1</sub>〜30<sub>5</sub>に対し出力する。

【0034】メモリーテーブルAに格納される各軸の制御状態データは、他の位置駆動制御部において負荷変動があった場合における軸間修正速度指令および軸間修正トルク指令の算出に使用される。

【0035】図3は、この発明による位置駆動制御部を示すブロック図である。この位置駆動制御部は、図4に示す従来装置と比べて、軸間修正速度・トルク制御部90が付加され、速度制御部70に軸間修正速度指令演算器112が付加されている。なお、理論位置・速度制御部50と、位置制御部60と、トルク制御部80は、図4に示した従来装置のものと実質的に同一である。

【0036】軸間修正速度指令演算器112は、実位置偏差演算器113の前段にあり、位置制御部60よりの実速度指令から後述する軸間修正速度指令V<sub>m</sub>を減算して実速度指令を補正し、この補正後の実速度指令を実位置偏差演算器113に与える。

【0037】軸間修正速度・トルク制御部90は、他軸の駆動制御軸理論位置フィードバック（以下、他駆動制御軸理論位置フィードバックと云う）P<sub>i</sub>'の入力部134と、他軸の駆動制御軸実位置フィードバック（以下、他駆動制御軸実位置フィードバックと云う）Pr'の入力部135と、他駆動制御軸理論位置フィードバックP<sub>i</sub>'と他駆動制御軸実位置フィードバックPr'の偏差を検出する他駆動制御軸実位置偏差演算器100とを有している。

【0038】軸間修正速度・トルク制御部90は、さらに、軸間修正速度・トルク算出用積分ゲインK<sub>I</sub>を設定する積分ゲイン設定器101、軸間修正速度・トルク算出用加算器102、軸間修正速度・トルク算出用減分ゲインK<sub>D</sub>を設定する減分ゲイン設定器103、軸間修正速度・トルク算出用積分器104、軸間修正速度・トルク算出用比例ゲインK<sub>P</sub>を設定する比例ゲイン設定器105、軸間修正速度・トルク算出用前回値一時バックアップメモリ106により構成されるPID補償器を有している。PID補償器とは、比例・積分・微分動作を行う補償器である。

【0039】軸間修正速度・トルク制御部90は、さらに、上述のPID補償器の演算値から軸間修正速度指令V<sub>a</sub>を算出する軸間修正速度指令生成器107と、PID補償器の演算値から軸間修正トルク指令T<sub>a</sub>を算出する軸間修正トルク指令生成器109と、軸間修正速度指令生成器107が出力する軸間修正速度指令V

aから軌跡補間制御時の軸間修正速度指令V<sub>m</sub>を算出する軸間修正速度指令生成器108と、理論位置・速度制御部50からの理論トルク指令より軸間修正トルク指令T<sub>a</sub>を減算する軸間修正トルク演算器123とを有しており、軸間修正トルク演算器123が軸間修正後の理論トルク指令をトルク制御部80のトルク指令加算器124に与える。

【0040】ここで、第1軸および第2軸の2軸により駆動される2軸運転の場合を例にとり、図3に示されている位置駆動制御部を第1軸駆動用の位置駆動制御部30<sub>1</sub>とすると、図3において、他軸駆動制御軸P<sub>i</sub>'と記されている入力部134に第2軸のP<sub>i</sub>2が入力され、他軸駆動制御軸Pr'と記されている入力部135に第2軸のPr2が入力される。

【0041】第2軸を駆動する位置駆動制御部30<sub>2</sub>も、図2に示されている位置駆動制御部と同様の位置駆動制御部により構成され、位置駆動制御部30<sub>2</sub>では、他軸駆動制御軸P<sub>i</sub>'と記されている入力部134に第1軸のP<sub>i</sub>1が入力され、他軸駆動制御軸Pr'と記されている入力部135に第1軸のPr1が入力される。

【0042】なお、図4に示した制御ブロック図においては、負荷変動がない場合には、駆動制御軸理論位置フィードバック値P<sub>i</sub>と駆動制御軸実位置フィードバック値Prとは一致しているが、図2に示されている制御ブロック図では、第1軸に負荷変動がなく、第2軸の駆動制御軸理論位置フィードバック値P<sub>i</sub>2と駆動制御軸実位置フィードバック値Pr2とが一致していれば、第1軸の駆動制御軸理論位置フィードバック値P<sub>i</sub>1と駆動制御軸実位置フィードバック値Pr1とは一致している。

【0043】つぎに、軸間修正速度・トルク制御部90に組み込まれている上述のPID補償器と、軸間修正速度指令生成器107による軸間修正速度指令V<sub>a</sub>の算出方法について説明する。

【0044】軸間修正速度指令V<sub>a</sub>は、他駆動制御軸理論位置フィードバックP<sub>i</sub>'と、他駆動制御軸実位置フィードバックPr'と、軸間修正速度・トルク算出用比例ゲインK<sub>P</sub>と、軸間修正速度・トルク算出用積分ゲインK<sub>I</sub>と、軸間修正速度・トルク算出用減分ゲインK<sub>D</sub>と、軸間修正速度指令比率ゲインαに基づき、式(1)により算出できる。

【0045】

$$V_a = K_P (1 + K_I / s + K_D \cdot s) (P_i' - Pr') \alpha \cdots (1)$$

V<sub>a</sub> : 軸間修正速度指令

K<sub>P</sub> : 軸間修正速度・トルク算出用比例ゲイン

K<sub>I</sub> : 軸間修正速度・トルク算出用積分ゲイン

K<sub>D</sub> : 軸間修正速度・トルク算出用減分ゲイン

s : 微分項

P<sub>i</sub>' : 他駆動制御軸理論位置フィードバック値

Pr' : 他駆動制御軸実位置フィードバック値

α : 軸間修正速度指令比率ゲイン

他駆動制御軸の負荷変動による他駆動制御軸理論位置フィードバック値P<sub>i</sub>'と、他駆動制御軸実位置フィード

バック値Pr'は、共有メモリ40のメモリーテーブルAより取得することができる。

【0046】つぎに、PID補償器と、軌間修正トルク指令生成器109による軌間修正トルク指令Taの算出方法について説明する。

【0047】軌間修正トルク指令Taは、他駆動制御軌間理論位置フィードバックPi'と、他駆動制御軌間位置

$$Ta = KP(1 + KI/s + KD \cdot s)(Pi' - Pr')\beta \dots (2)$$

Va : 軌間修正速度指令

KP : 軌間修正速度・トルク算出用比例ゲイン

KI : 軌間修正速度・トルク算出用積分ゲイン

KD : 軌間修正速度・トルク算出用微分ゲイン

s : 微分項

Pi' : 他駆動制御軌間理論位置フィードバック値

Pr' : 他駆動制御軌間位置フィードバック値

$\beta$  : 軌間修正トルク指令比率ゲイン

この場合も、他駆動制御軌間の負荷変動による他駆動制御軌間理論位置フィードバック値Pi'と、他駆動制御軌間位置フィードバック値Pr'は、共有メモリ40のメモリーテーブルAより取得することができる。

【0049】上述のような同期・同調位置駆動制御により、負荷変動による外乱によって速度変動があった駆動制御軸が存在した場合、他の同調制御軸から速度変動があった駆動制御軸の理論位置フィードバック値と実際の位置フィードバック値の差分をPID補償器により軌間修正速度指令および軌間修正トルク指令を算出し、これらが加味されたトルク指令にてサーボモータが駆動されるから、負荷変動により速度変動があった駆動制御軸に追従し、全同調制御軸の正確な同調制御ができる。

【0050】つぎに、円弧補間制御・直線補間制御時における軌間修正速度指令生成器108の軌間修正速度指令Vtの算出方法について説明する。

【0051】軌間修正速度指令Vtは、軌間修正速度指令Vaと、自軸の理論速度フィードバック値Vi1と、他軸の理論速度フィードバック値Vi2に基づき、次式(3)によって算出できる。

$$【0052】Vt = Va \cdot Vi2 / Vi1 \dots (3)$$

ただし、上式は自軸と他軸の補間制御時で、

Vt : 軌路補間制御時の軌間修正速度指令

Va : 軌間修正速度指令

Vi1 : 自軸の理論速度フィードバック値

Vi2 : 他軸の理論速度フィードバック値

であり、他駆動制御軸の負荷変動による自軸の理論速度フィードバック値Vi1と、他軸の理論速度フィードバック値Vi2は、メモリーテーブルAより取得することができる。

【0053】位置制御部60が生成する実速度指令から軌間修正速度指令Vtを減じ、理論位置・速度制御部50からの理論トルク指令より軌間修正トルク指令Taを減じるようにしている。すなわち、他軸の負荷変動の状

フィードバックPr'と、軌間修正速度・トルク算出用比例ゲインKPと、軌間修正速度・トルク算出用積分ゲインKIと、軌間修正速度・トルク算出用微分ゲインKDと、軌間修正トルク指令比率ゲイン $\beta$ に基づき、次式(2)により算出できる。

【0048】

況を示す(Pi' - Pr')に従って、自軸の動きを変化させるようにしている。

【0054】たとえば、自軸がXYテーブルのX軸を駆動し、他軸がY軸を駆動している場合に、Y軸に負荷変動があっても、X軸はこの負荷変動に合わせて運転されるので、軌跡の変化の発生を防止することができる。Y軸のモータの駆動システムも図3と同様の構成とし、入力部134、135にはX軸のモータの駆動システムからのデータを入力するようすれば、X軸に負荷変動があっても、Y軸はこの負荷変動に合わせて運転することができる。

【0055】上述したように、速度変動があった駆動制御軌間理論速度フィードバック値と他の駆動制御軸の理論速度フィードバック値との比率により軌間修正速度指令および軌間修正トルク指令を算出し、これらを加味されたトルク指令にてサーボモータが駆動されるから、負荷変動により速度変動があった駆動制御軸に追従し、全軌路補間制御の正確な軌路補間制御ができる。

【0056】なお、軌間修正速度指令比率ゲイン $\alpha$ および軌間修正トルク指令比率ゲイン $\beta$ は実験的に決定するようにしている。また、図2において、定数 $\alpha$ は、 $V12/Vi1$ である。

【0057】以上の説明においては、自軸と他軸との2軸について説明したが、他軸が複数ある場合も、それぞれの軸に対する軌間修正トルク指令Ta、軌間修正速度指令Vtを求め、加え合わせることで同様に処理することができる。

【0058】なお、軌間修正速度指令は、自軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値の差分が他軸のそれよりも小さい場合にのみ算出すればよく、また、同調制御が3軸以上の複数軸に及ぶ場合においては、軌間修正速度指令の算出を全駆動制御軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値の差分が最大である駆動制御軸を基準として決定すればよい。

【0059】また、以上の説明では、軌間修正速度指令Vaおよび軌路補間制御時の軌間修正速度指令Vtおよび軌間修正トルク指令Taの軌間修正による同調制御時および軌路補間制御時における他駆動軸の負荷変動による自軸の追従手段について説明したが、他駆動制御軌間理論位置フィードバック値Pi'と、他駆動制御軌間位置フィードバック値Prを無視することにより、単独軸でのサーボモータの位置駆動制御も可能であることは言うま

でもなく、この発明による位置駆動制御システムは、同調制御、補間制御、単独運転制御の、どの制御モードでも対応可能である。

【0060】

【発明の効果】以上の説明から理解される如く、この発明による位置駆動制御システムによれば、多軸の同期・同調制御時には、軸間修正制御部が他軸の制御状態データを共有メモリより取得して他軸の負荷変動に応じた軸間修正指令値を算出し、軸間修正指令値により自軸の指令値を修正してサーボモータを駆動するから、負荷変動により速度変動があった駆動制御軸に追従して全同調制御の正確な同調制御を行うことができる。

【0061】つぎの発明による位置駆動制御システムによれば、軸間修正速度制御部が他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値とを共有メモリより取得して他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値との差に応じて軸間修正速度指令値を生成し、速度制御手段が位置制御手段からの速度指令を軸間修正速度指令値により修正し、修正された速度指令に基づいてトルク指令を生成し、また、軸間修正トルク制御部が他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値を共有メモリより取得して他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値との差と理論速度フィードバック値に応じて軸間修正トルク指令を生成し、トルク制御部がトルク指令を軸間修正トルク指令値により修正し、修正されたトルク指令に基づいてサーボモータを駆動するから、負荷変動により速度変動があった駆動制御軸に追従して全同調制御の正確な同調制御を行うことができる。

【0062】つぎの発明による位置駆動制御システムによれば、軸間修正速度制御部および前記軸間修正トルク制御部は、他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値の差分をPID補償器によってPID補償して軸間修正速度、指令値軸間修正トルク指令値を生成するから、高精度、高応答性の軸間修正制御が行われ、負荷変動により速度変動があった駆動制御軸に追従して全同調制御の正確な同調制御を応答性よく行うことができる。

【0063】つぎの発明による位置駆動制御システムによれば、円弧補間制御・直線補間制御時には、軸間修正速度制御部が自軸の理論位置フィードバック値と他軸の理論位置フィードバック値との比率を加味して軸間修正速度指令値を生成するから、負荷変動により速度変動があった駆動制御軸に追従して、全軌跡補間制御の正確な軌跡補間制御を行うことができる。

【0064】つぎの発明による同期・同調位置駆動制御方法によれば、多軸の同期・同調制御時には、他軸の制御状態データを共有メモリより取得して他軸の負荷変動に応じた軸間修正指令値を算出し、軸間修正指令値により自軸の指令値を修正してサーボモータを駆動するから、

負荷変動により速度変動があった駆動制御軸に追従して全同調制御の正確な同調制御を行うことができる。

【0065】つぎの発明による同期・同調位置駆動制御方法によれば、他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値を共有メモリより取得して他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値との差に応じて軸間修正速度指令値を生成し、速度指令を軸間修正速度指令値により修正し、修正された速度指令に基づいてトルク指令を生成し、また、他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値を共有メモリより取得して他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値との差と理論速度フィードバック値に応じて軸間修正トルク指令を生成し、トルク指令を軸間修正トルク指令値により修正し、修正されたトルク指令に基づいてサーボモータを駆動するから、負荷変動により速度変動があった駆動制御軸に追従して全同調制御の正確な同調制御を行うことができる。

【0066】つぎの発明による同期・同調位置駆動制御方法によれば、他軸の理論位置フィードバック値と実位置フィードバック値の差分をPID補償器によってPID補償して軸間修正速度、指令値軸間修正トルク指令値を生成するから、高精度、高応答性の軸間修正制御が行われ、負荷変動により速度変動があった駆動制御軸に追従して全同調制御の正確な同調制御を応答性よく行うことができる。

【0067】つぎの発明による同期・同調位置駆動制御方法によれば、円弧補間制御・直線補間制御時には、自軸の理論位置フィードバック値と他軸の理論位置フィードバック値との比率を加味して軸間修正速度指令値を生成するから、負荷変動により速度変動があった駆動制御軸に追従して、全軌跡補間制御の正確な軌跡補間制御を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明による位置駆動制御システムの一つの実施の形態を示すハードウェア構成図である。

【図2】 この発明による位置駆動制御システムにおいて使用される共有メモリの内部テーブルの構造を示す説明図である。

【図3】 この発明による位置駆動制御システムの一つの実施の形態を示す制御ブロック図である。

【図4】 従来における位置駆動制御システムのハードウェア構成を示す図である。

【図5】 従来における位置駆動制御システムの制御系を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 1 位置指令制御装置、2 位置指令制御用のCPU、
- 3 位置指令制御用のシステムプログラムメモリ、4 ユーザープログラムメモリ、5 パラメータメモリ、
- 10 位置駆動制御装置、11 位置駆動制御用のCP



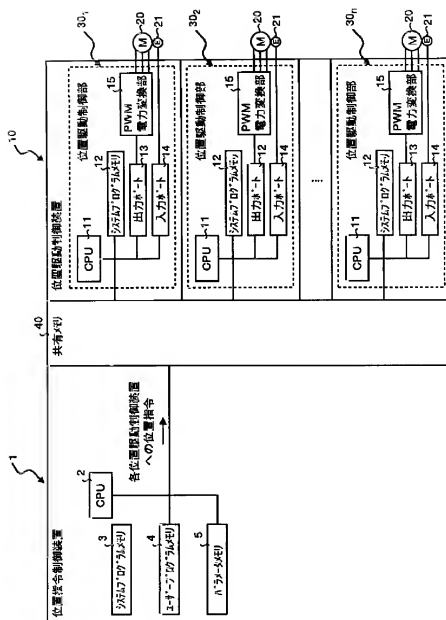
U、12 位置駆動制御用のシステムプログラムメモリ、13 出力ポート、14 入力ポート、15 PWM電力変換部、20 サーボモータ、21 位置検出器、30<sub>1</sub>~30<sub>n</sub> 位置駆動制御部、40 共有メモリ、50 理論位置・速度制御部、60 位置制御部、70<sup>\*</sup> 速度制御部、80 トルク制御部、90 軸間修正速度・トルク制御部、100 他駆動制御軸実位置偏差演算器、101 積分ゲイン設定器、102 軸間修正速度・トルク算出用加算器、103 減分ゲイン設定器、104 軸間修正速度・トルク算出用積分器、105 比例ゲイン設定器、106 軸間修正速度・トルク算出用前回値一時バックアップメモリ、107 軸間修正速度指令生成器、108 軸間修正速度指令生成器、109 軸間修正トルク指令生成器、110 実位置偏差演算器、111 実位置制御部、112 軸間修正速

度指令演算器、113 実速度偏差演算器、114 微分器、115 実速度積分ゲイン設定器、116 実速度制御用加算器、117 実速度微分ゲイン設定器、118 実速度制御用積分器、119 実速度制御器、120 実速度制御用前回値一時バックアップメモリ、121 機械系共振抑制フィルタ、122 ローパスフィルタ、123 軸間修正トルク指令演算器、124 トルク指令加算器、125 トルク指令制限器、126 理論位置偏差演算器、127 理論位置制御器、128 理論速度偏差演算器、129 理論速度制御器、130 理論トルク指令制限器、131 理論速度制御用加算器、132 理論速度制御用前回値一時バックアップメモリ、133 理論位置制御用積分器、134 入力部、135 入力部。

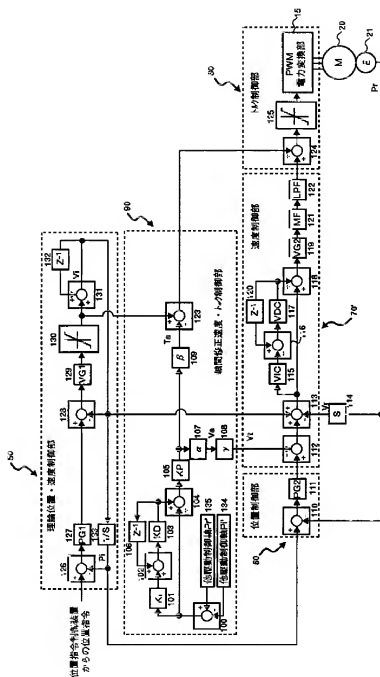
【図2】

1 軸目理論位置フィードバック値 (Pl1)
1 軸目実位置フィードバック値 (Pr1)
1 軸目理論速度フィードバック値 (Vl1)
2 軸目理論位置フィードバック値 (Pl2)
2 軸目実位置フィードバック値 (Pr1)
2 軸目理論速度フィードバック値 (Vl2)
.
.
.
n 軸目理論位置フィードバック値 (Pln)
n 軸目実位置フィードバック値 (Prn)
n 軸目理論速度フィードバック値 (Vln)
1 軸目位置指令
2 軸目位置指令
.
.
.
n 軸目位置指令

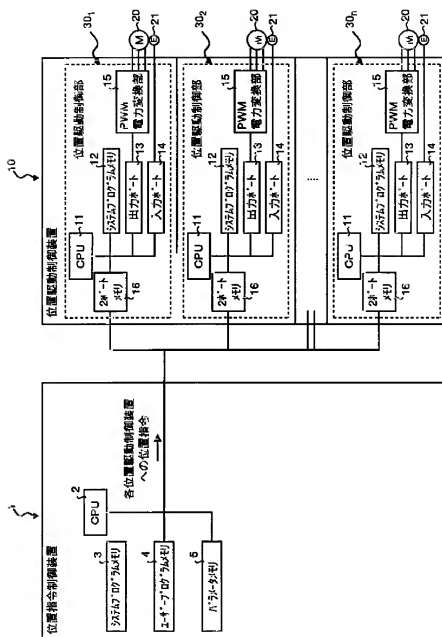
【図1】



【図3】



【図4】





フロントページの続き

Fターム(参考) 5H269 BB03 CC01 EE01 EE10 EE11  
GG03 GG06 KK03 NN02 BB01  
BB04  
5H303 AA01 BB09 BB12 CC02 DD01  
EE03 EE07 FF06 HH05 JJ02  
KK02 KK03 KK04 KK11 KK17  
KK21 KK31 KK33